

Monitorización intraoperatoria y perioperatoria con eco-Doppler. Sector femoropoplíteo y distal

A. Flores-Herrero, J.M. Fontcuberta-García,
A. Orgaz Pérez-Grueso, I. Leal, M. Doblas-Domínguez

Introducción

El uso del eco-Doppler para la valoración perioperatoria del *bypass* infrainguinal está siendo adoptado por la mayoría de los cirujanos vasculares gracias a la mejora tecnológica de los equipos y al uso de sondas específicamente diseñadas.

Para la monitorización del sector femoropoplíteo y distal es necesario usar el transductor que haga más fácil la obtención de una imagen con una marcada mejora de la calidad. La permeabilidad de un *bypass* va a venir determinada por alteraciones anatómicas y hemodinámicas, tanto del *inflow* como del *outflow*, así como del propio injerto empleado para el *bypass* [1]. Los parámetros diagnósticos a tener en cuenta incluyen el análisis de la velocidad Doppler, la gradación de la lesión residual, la insonación de la totalidad del vaso y la valoración de la hemodinámica del injerto. De todo ello, vendrá determinada la permeabilidad inmediata y a largo plazo [2].

El estudio eco-doppler intraoperatorio y postoperatorio requiere disponer de diferentes tipos de sondas, adaptadas a la profundidad de los diferentes segmentos del injerto.

La sonda apropiada dependerá del momento del estudio y de la experiencia del explorador. Preoperatoriamente, el sector iliofemoral se visualiza más adecuadamente con una sonda de 3-3,5 MHz, que podrá usarse en el sector femoropoplíteo en determinadas condiciones, como en el caso de obesidad o de extremidades muy edematosas. El sector femoropoplíteo es insonado mejor con una sonda lineal de 5-7,5 MHz. Para el sector distal, probablemente la mejor sonda es una de alta frecuencia, de 12-14 MHz; sonda también preferida para los estudios intraoperatorios, cuando se contacta directamente con el injerto. Para el seguimiento de las diferentes técnicas de revascularización mediante injertos, la sonda a utilizar dependerá del tipo de injerto usado y de la tunelización realizada.

Otro problema es cuál es la proyección de insonación más adecuada para el estudio de sector femoropoplíteo. Para la mayoría de los autores [3,4], la proyección longitudinal es muy ventajosa, ya que permite un mejor estudio anatómico y un análisis espectral con un ángulo de insonación más preciso. La proyección transversal es útil para confirmar hallaz-

Servicio de Angiología, Cirugía Vasculat y Endovascular. Hospital Virgen de la Salud. Toledo, España.

Correspondencia: Dr. A. Flores Herrero. Servicio de Angiología, Cirugía Vasculat y Endovascular. Hospital Virgen de la Salud. Avda. Barber, 30. E-45004 Toledo.

© 2007, ANGIOLOGÍA

gos patológicos, o localizar zonas del *bypass* mal visualizadas en la proyección longitudinal [5].

Estudio intraoperativo

La permeabilidad de las reconstrucciones arteriales infrainguinales puede alterarse por cambios en la anatomía o en las características hemodinámicas del *inflow*, el *outflow* arterial o del propio conducto usado para el *bypass*. Los dos procesos que afectan primariamente, a la larga, la permeabilidad de un *bypass* son la progresión a la arterosclerosis y el desarrollo de la hiperplasia fibrointimal [1]. Por ello, es necesario explorar todas las zonas que formen parte del *bypass* a realizar.

La valoración intraoperatoria con eco-doppler de un *bypass* infrainguinal requiere una exploración anatómica y hemodinámica de la arteria donante y receptora, así como de los diferentes segmentos del *bypass*.

Aunque todos los autores coinciden en que es necesario intraoperatoriamente determinar la velocidad de pico sistólico (VPS) y la ratio de VPS (Fig. 1) en caso de alteraciones del flujo localizadas en todo el trayecto del *bypass*, no está claro cuál se debe considerar como umbral para revisar la zona. Johnson et al [2], en el año 2000, categorizaron las estenosis en función de la VPS y de la ratio, y determinaron cuál sería la actitud más adecuada (Tabla I).

Hay dos situaciones que debemos tener en cuenta ante un aumento de velocidad sin una imagen ecográfica que demuestre estenosis: en caso de espasmos, donde observaremos una mejoría tras la administración de la papaverina (30 mg) y en caso de una revascularización con éxito.

Ante la presencia de una VSP >125 cm/seg. o un ratio > 2 en algún segmento del *bypass* durante el eco-doppler intraoperatorio, es recomendable realizar una arteriografía de control.

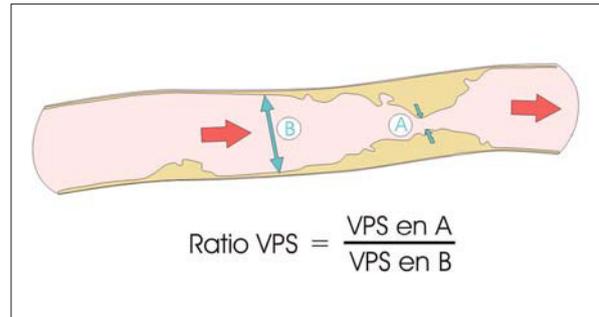


Figura 1. Cálculo de la velocidad y ratio de pico sistólico.

En determinadas ocasiones nos encontramos con una VPS de bajo flujo, por debajo de 45 cm/s en un segmento venoso de calibre normal (3-5 mm) y cuya VPS no aumenta con la papaverina. En estos casos se debe tener en cuenta la resistencia vascular periférica, mediante el análisis de la curva espectral [2] (Tabla II).

El gran problema de la monitorización intraoperatoria es que el cirujano debe decidir cuándo detecta una lesión, si ésta es significativa y valorar el beneficio de la reexploración (Figs. 2, 3 y 4). La aceptabilidad de una lesión residual va a depender de la sensibilidad de la técnica de monitorización y de la precisión diagnóstica del propio cirujano [3].

Los distintos métodos de valoración intraoperatoria de los *bypasses* con vena incluyen la interpretación de la curva Doppler, la arteriografía, el dúplex y el angioscopio. Aunque no hay un consenso, el dúplex es, en la práctica, la prueba diagnóstica de menor coste y duración, con pocas o nulas complicaciones, fácil de interpretar tras un entrenamiento adecuado y con una gran sensibilidad [3]. Además, se ha llegado a cuestionar si la arteriografía rutinaria al final de la intervención es eficaz, ya que existe un 3-7% de trombosis precoz del *bypass* tras la arteriografía intraoperatoria que no demuestra alteraciones [7,8]. El dúplex y el angioscopio parecen los mejores métodos de seguimiento. El dúplex tiene una ventaja sobre el angioscopio y la arteriografía, y es su capacidad de identificar problemas mediante criterios anatómicos

Tabla I. Lesiones residuales identificadas mediante eco-Doppler.

| Categoría de estenosis | VPS (cm/s) | Ratio VPS | Interpretación | Manejo intraoperatorio |
|----------------------------|------------|-----------|----------------------------------|--|
| Normal Mínima estenosis | <125 | 1 - 2 | Flujo normal | No más evaluaciones |
| Moderada | 125 - 180 | 2 - 3 | Flujo anormal | Aumento de flujo tras 5 min. de inyectar papaverina. De lo contrario considerar arteriografía. |
| Severa | >180 | 2,5 - 5 | Flujo significativamente anormal | Reparar defecto. Considerar arteriografía para verificar la normalidad del bypass |
| Crítica | >300 | >5 | Flujo muy bajo | Valorar trombosis |

Tabla II. Monitorización y manejo en función de la resistencia vascular por eco-Doppler.

| Clasificación | VPS (cm/s) | RVP | Interpretación | Actitud |
|--|------------|------|----------------|---|
| Normal | >45 | Baja | Flujo normal | 100 - 325 mg/d |
| Bajo flujo | < 45 | Baja | Flujo anormal | HNF ó HBPM + AAS |
| Bajo flujo | <45 | Alta | Flujo anormal | Valorar procedimiento coadyuvante (FAV distal o bypass secuencial...), Si no es posible HNF ó HBPM + AAS |
| Bajo flujo por estenosis en el injerto | >200 | Baja | Flujo anormal | Reparar estenosis. HNF ó HBPM + AAS |

VPS : Velocidad pico sistólica; RVP : Resistencia vascular periférica; AAS: Acido acetil-salicílico; HNF: Heparina no fraccionada; HBPM: Heparina de bajo peso molecular

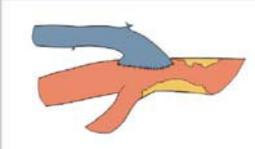
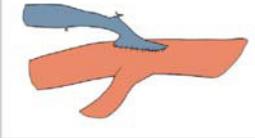
| CAUSAS PROXIMALES DE FRACASO DEL INJERTO | HALLAZGOS EN EL ECO-DOPPLER |
|---|---|
|  <p>Estenosis/disección/ trombo pre-anastomótica</p> | <p>Elevación focal de la VSP en la zona pre-anastom. Gran turbulencia proximal a la anastom.</p> <p>Baja velocidad distal</p> |
|  <p>Anastomosis proximal de pequeño diámetro</p> | <p>Elevación de la VSP en la anastomosis y a lo largo del segmento proximal. Gran turbulencia.</p> <p>Baja velocidad distal</p> |

Figura 2. Causas proximales de fracaso del injerto.

y hemodinámicos, disminuyendo la variabilidad del examinador cuando se combinan ambos criterios [3]. Además, el angioscopio o la arteriografía están sometidos a la interpretación subjetiva de una imagen. Para los defensores del angioscopio [9], éste es más sensible que la arteriografía o el dúplex para demostrar residuos valvulares, visualizar la anastomosis distal y también colaterales no ligadas del *bypass*.

Algunos autores [3,10] defienden el uso del Doppler continuo, pero hay que tener en cuenta que, como afirman Bandyk et al [3], independientemente de la experiencia, únicamente con la audición del Doppler es imposible distinguir entre una estenosis moderada o una grave y, sin embargo, las consecuencias en cuanto a la actuación son muy distintas.

Estudio postoperatorio

Otra cuestión a tener en cuenta es el seguimiento postoperatorio de estos injertos con material autólogo. Lo más aceptado es la revisión en el momento del alta, al mes, a los 3 meses, a los 6 meses y, posteriormente, cada 6 meses por tiempo indefinido, pero no menos de 2 años. A partir de los 2 años, las revisiones pueden realizarse anualmente. Los criterios considerados para la revisión del *bypass* son VPS < 45 cm/s o VPS > 300 cm/s o ratio > 3-3,5 [1,2,11].

En todos los casos se recomienda arteriografía confirmatoria, aunque estos mismos autores dudan de cuándo realizarla. Mientras Bergamini et al [1]

y Johnson et al [2] afirman que debe ser necesaria previamente a cualquier actuación, Avino et al [11] aseguran que sería suficiente realizarla sólo intraoperatoriamente cuando se vaya a revisar el injerto (Fig. 5).

En cualquier caso, el seguimiento se realizará fundamentalmente mediante el estudio dúplex. La clínica junto con el índice tobillo/brazo, cuya caída sea superior a 0,15-0,20 entre controles consecutivos, es sugerente de lesión estenótica [12,13]. Durante el seguimiento deberemos centrarnos en aquellas causas más frecuentes de estenosis, como son: las estenosis a lo largo del *bypass* independientemente de las zonas anastomóticas, alteraciones en los *bypasses* realizados con venas que no son la vena safena interna (VSI) y la presencia de estenosis por lisis valvular incompleta [14,15]. El 60% de las causas de trombosis del *bypass* son consecuencia de lesiones intrínsecas en la propia vena y, aunque no están muy definidas, teóricamente la mayoría serían por defectos técnicos no reparados, restos valvulares, anomalías preexistentes en la pared venosa, traumatismos provocados en dicha pared durante el clampaje, la valvulectomía, incluso la manipulación de la vena durante la propia disección y movilización. Todo ello provoca hiperplasia miointimal o bien que en la fase de arterialización se desarrolle una estenosis [1,16].

Según diversos estudios [13,17], entre el 12 y el 37% de los *bypasses* con vena desarrollan lesiones estenóticas que precisan corregirse y principalmente en los primeros 12 meses, aunque, bien es cierto, que suelen ser asintomáticas. Grigg et al [16] puntualizaron, tras analizar una

serie de 80 *bypasses in situ*, que lesiones detectadas con dúplex progresaban dentro de los tres primeros meses, y que alteraciones de flujo en el sector focal potencialmente estenóticas, desde un punto de vista

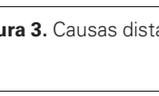
| CAUSAS DISTALES DE FRACASO DEL INJERTO | HALLAZGOS EN EL ECO-DOPPLER |
|---|--|
|  | Elevación focal de la VPS en la anastomosis distal. Puede existir baja velocidad pre y post-anastomótica |
|  | Baja velocidad a lo largo del injerto, con signos de alta resistencia distal. |
|  | |
|  | |
|  | |

Figura 3. Causas distales de fracaso del injerto.

| CAUSAS EN EL INJERTO DE FRACASO | HALLAZGOS EN EL ECO-DOPPLER |
|---|--|
|  | Elevación focal de la VPS en la lesión. Puede existir baja velocidad pre y post lesión. |
|  | |
|  | |
|  | Elevación de la VSP en la fistula. Elevación de la velocidad diastólica. Gran turbulencia focal. Caída de la velocidad dist. |
|  | |
|  | Elevación o caída de la velocidad a lo largo del injerto. |
|  | |

Figuras 4. Causas de fracaso en el injerto.

| Estenosis | Modo B | Acción |
|-----------|-------------|---------------|
| No | No defectos | Ninguna |
| Moderada | No defectos | Ninguna |
| | Anormal | Arteriografía |
| Severa | No defectos | Arteriografía |
| | Anormal | Revisión |

Figuras 5. Algoritmo diagnóstico y de actuación basado en cambios de velocidad y anomalías en modo B.

| Tipo de bypass | Revisión |
|--|-------------------|
| Vena invertida modificada | Cada 1 ó 3 meses |
| Venas alternativas | |
| Vena invertida | |
| Vena translocada no invertida | |
| Vena in situ | |
| Vena in situ sin alteraciones intraoperatorias | Cada 6 ó 12 meses |

Figuras 6. Protocolo de seguimiento del *bypass* en función del tipo de injerto.

hemodinámico, evolucionaban entre los 3 y 5 meses (Fig. 5).

Gupta et al [18] establecieron una clasificación para determinar cuál debería ser la intensidad de las revisiones en función del *bypass* realizado (Fig. 6), lo cual difiere de otros autores [19,20], que establecen un mismo protocolo de seguimiento sin tener en cuenta el tipo de *bypass*.

Estudio de los injertos protésicos

Respecto a la monitorización de los injertos infrainguinales protésicos, no existe un consenso, por lo

que es difícil determinar si es o no preciso realizar un seguimiento y mucho más complejo establecer unas recomendaciones. Probablemente cada laboratorio vascular y, sobre todo, las sociedades deberían determinar la necesidad de realizar una vigilancia de los *bypasses* protésicos. Calligaro y Musser [21], en el año 1996, afirmaron que la ultrasonografía debería realizarse como parte de un programa de vigilancia para los *bypasses* protésicos, reafirmando en el año 2001, aunque esta vigilancia debería restringirse a aquellos *bypasses* infrapoplíteos [22]. Aune y Pedersen [23] justifican la necesidad de realizar un seguimiento periódico por el favorable pronóstico que conlleva diagnosticar un injerto en riesgo, a pesar de que la mayoría de las oclusiones ocurren sin detectar lesiones estenóticas previas.

Detractores para un seguimiento de los *bypasses* protésicos también existen, y argumentan que los programas de vigilancia tienen un beneficio muy limitado para aumentar la permeabilidad de los *bypasses* protésicos [24]. Tong y Royle [25] hacen referencia a la tendencia a la trombosis sin detectar lesiones estenóticas previas. Lalak et al [26], en su estudio de seguimiento de 4 años, observaron que el 39% de los *bypasses* se trombosaron sin previo aviso, por lo que concluyeron que el seguimiento con dúplex de los *bypasses* protésicos no está justificado.

En definitiva, la selección de la técnica de evaluación de los injertos se basará en la sensibilidad, la disponibilidad, el tiempo requerido, la curva de aprendizaje y la pericia. Aunque la angiografía es razonablemente segura, es menos sensitiva que el angioscopio para la valoración de las válvulas residuales y menos segura para la valoración de las anastomosis. El dúplex, por su disponibilidad, y el tiempo que requiere para el estudio completo y, principalmente, por su capacidad de identificar de forma inmediata problemas técnicos y/o hemodinámicos, es el método de elección para la valoración intraoperatoria y el seguimiento postoperatorio de los *bypasses*.

Bibliografía

1. Bergamini T, Towne J, Bandyk D, Seabrook G, Schmitt D. Experience with in situ saphenous vein bypasses during 1981 to 1989: determinant factors of long-term patency. *J Vasc Surg* 1991; 13: 137-49.
2. Johnson B, Bandyk D, Back M, Avino A, Toth S. Intraoperative duplex monitoring of infrainguinal vein bypass procedures. *J Vasc Surg* 2000; 31: 678-90.
3. Bandyk D, Mills J, Gahtan V, Esses G. Intraoperative duplex scanning of arterial reconstructions: fate of repaired and unrepaired defects. *J Vasc Surg* 1994; 20: 426-33.
4. Mills J, Bandyk D, Gahtan V, Esses G. The origin of infrainguinal vein graft stenosis: a prospective study based on duplex surveillance. *J Vasc Surg* 1995; 21: 16-25.
5. Bandyk D, Johnson B, Gupta A, Esses G. Nature and management of duplex abnormalities encountered during infrainguinal vein bypass grafting. *J Vasc Surg* 1996; 24: 430-8.
6. Mattos MA, van Bemmelen PS, Hodgson KJ. Does correction of stenoses identified with color duplex scanning improve infrainguinal graft patency? *J Vasc Surg* 1993; 17: 54-66.
7. Mills JL, Fujitani RM, Taylor SM. Contribution of routine intraoperative completion arteriography to early infrainguinal bypass patency. *Am J Surg* 1992; 164: 506-11.
8. Miller A, Maracaccio EJ, Tannenbaum GA, et al. Comparison of angioscopy and angiography for monitoring infrainguinal bypass vein grafts: results of a prospective randomized trial. *J Vasc Surg* 1993; 17: 382-98.
9. Gilbertson JF, Walsh DB, Zwolak RM, Waters MA, et al. A blinded comparison of angiography, angioscopy, and duplex scanning in the intraoperative evaluation of *in situ* saphenous vein bypass grafts. *J Vasc Surg* 1992; 15: 121-9.
10. Bandyk DF, Jorgensen RA, Towne JB. Intraoperative assessment of *in situ* saphenous vein arterial grafts using pulsed Doppler spectral analysis. *Arch Surg* 1986; 121: 292-9.
11. Avino AJ, Bandyk DF, Gonsalves AJ, et al. Surgical and endovascular intervention for infrainguinal vein graft stenosis. *J Vasc Surg* 1999; 29: 60-71.
12. Bandyk DF, Bergamini TM, Towne JB, Schmitt DD, et al. Durability of vein graft revision: the outcome of secondary procedures. *J Vasc Surg* 1991; 13: 200-10.
13. Laborde AL, Synn AY, Worsey MJ, et al. A prospective comparison of ankle/brachial indices and color duplex imaging in surveillance of the in situ saphenous vein bypass. *J Cardiovasc Surg* 1992; 33: 420-5.
14. Veith FJ, Gupta SK, Samson RH, Flores SW, et al. Superficial femoral and popliteal arteries as inflow sites for distal bypasses. *Surgery* 1981; 90: 980-90.
15. Leather RP, Shah DM, Chang BB, Kaufman JL. Resurrection of the in situ saphenous vein bypass: 1000 cases later. *Ann Surg* 1988; 208: 435-42.
16. Grigg MJ, Nicolaides AN, Wolfe JH. Femorodistal vein bypass grafts stenoses. *Br J Surg* 1988; 75: 737-40.
17. Mills JL, Fujitani R, Taylor SM. The characteristics and anatomic distribution of lesions that cause reversed vein graft failure: a 5 year prospective study. *J Vasc Surg* 1993; 17: 195-206.
18. Gupta AK, Bandyk DF, Cheanvechai D, Johnson BL. Natural history of infrainguinal vein graft stenosis relative to bypass grafting technique. *J Vasc Surg* 1997; 25: 211-25.
19. Bergamini TM, George SM, Massey HT, Henke PK, et al. Intensive surveillance of femoralpopliteal-tibial autogenous vein bypasses improves long-term graft patency and limb salvage. *Ann Surg* 1995; 221: 507-16.
20. Dunlop P, Hartshorne T, Bolia A, Bell PRF, et al. The long-term outcome of infrainguinal vein graft surveillance. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995; 10: 352-5.
21. Calligaro KD, Musser DJ. Duplex ultrasonography to diagnose failing arterial prosthetic grafts. *Surgery* 1996; 120: 455-9.
22. Calligaro KD, Doerr K, et al. Should duplex ultrasonography be performed for surveillance of femoropopliteal and femorotibial arterial prosthetic bypasses? *Ann Vasc Surg* 2001; 15: 520-4.
23. Aune S, Pedersen OM. Surveillance of above-knee prosthetic femoropopliteal bypass. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 16: 509-12.
24. Dunlop P, Sayers RD. The effect of a surveillance programme on the patency of synthetic infrainguinal bypass grafts. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996; 11: 441-5.
25. Tong Y, Royle J. The value of duplex scanning in surveillance of infrainguinal vein and synthetic grafts. *J Surg* 1994; 64: 684-7.
26. Lalak NJ, Hanel KC, et al. Duplex scan surveillance of infrainguinal prosthetic bypass grafts. *J Vasc Surg* 1994; 20: 637-41.